

## NUEVAS ALTERNATIVAS EN DESARROLLOS INMOBILIARIOS

*“Sistemas de aparcamientos robotizados y semirrobotizados”*

AUTOR: FERNANDO MACHO SOTÉS

Departamento de Tecnología de la Edificación  
Universidad Politécnica de Madrid

### 1.- Planteamiento

El problema que planteamos tiene dos líneas de actuación. La primera cuestión, es buscar el máximo aprovechamiento posible en número de plazas de estacionamiento de vehículos en una edificación. Segunda cuestión, repartir las plazas de estacionamiento públicos o privados con uso rotacional de una ciudad o zona urbana, de forma que no queden concentradas en pocos aparcamientos de gran tamaño. Siendo la alternativa un mayor número de parking pero de menor tamaño, logrando mejoras en la circulación de la zona, y reduciendo las distancias recorridas por las personas desde el lugar donde estacionan el vehículo hasta el lugar de destino personal.

### 2.- Breve descripción histórica

A mediados del siglo XIX, al iniciarse la ingeniería del transporte en los edificios, con los primeros montacargas diseñados por Elisha Graves Otis se plantea junto con el transporte de mercancías el apilamiento en vertical de vehículos, cuando estos ya empiezan a ocupar el centro de ciudades como Nueva York y Chicago



Fig. 1 Garaje con elevador, Chicago 1925

Los primeros sistemas de aparcamiento mecanizado se basan en el “paternóster”, o noria vertical, que resuelve con eficacia el apilamiento de los vehículos en espacios reducidos, generalmente en solares sin edificar y espacios urbanos residuales.

Este mismo sistema se ha utilizado profusamente en América, Asia y Europa desde entonces hasta nuestros días.

En el origen se trata de máquinas desmontables implantadas temporalmente en distintas partes de la ciudad, donde quedaba un hueco para resolver la demanda de aparcamiento de una manera rápida y eficaz.

En los años 30 se desarrollan sistemas más sofisticados que ya cuentan con los elementos básicos que perduran hasta hoy: cabinas de recepción, elevadores, robots y almacenes. La operación es siempre manual.

Se hacen los primeros planteamientos de aparcamiento urbano integrado en la edificación y para residentes.

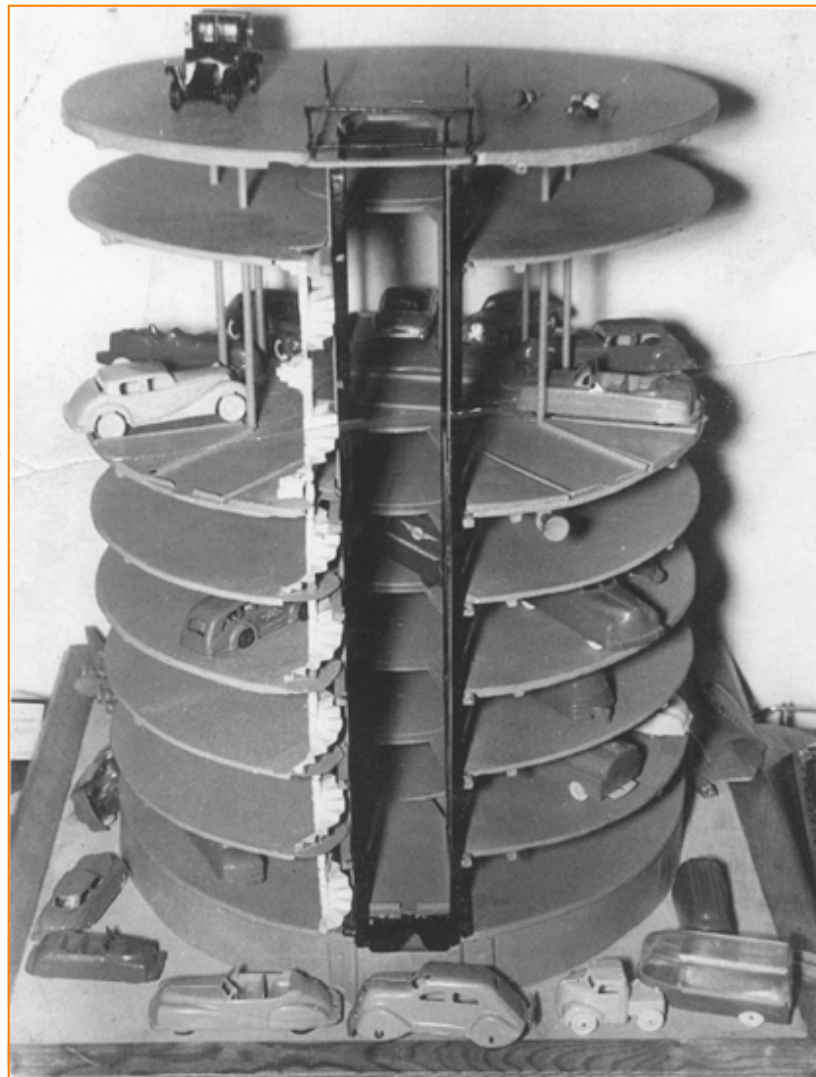


Fig. 2 Maqueta de Auto silo garaje radial  
Arquitecto Casto Fernández Shaw

A partir de los años 40 los conceptos se refinan. El aparcamiento automático se presenta como una innovación revolucionaria ligada con la eclosión de la aviación, los transportes y las comunicaciones

Se trata de unidades autónomas, en edificios exentos, de número variable de plantas, completamente mecanizadas y operadas por personal de servicio y mantenimiento.

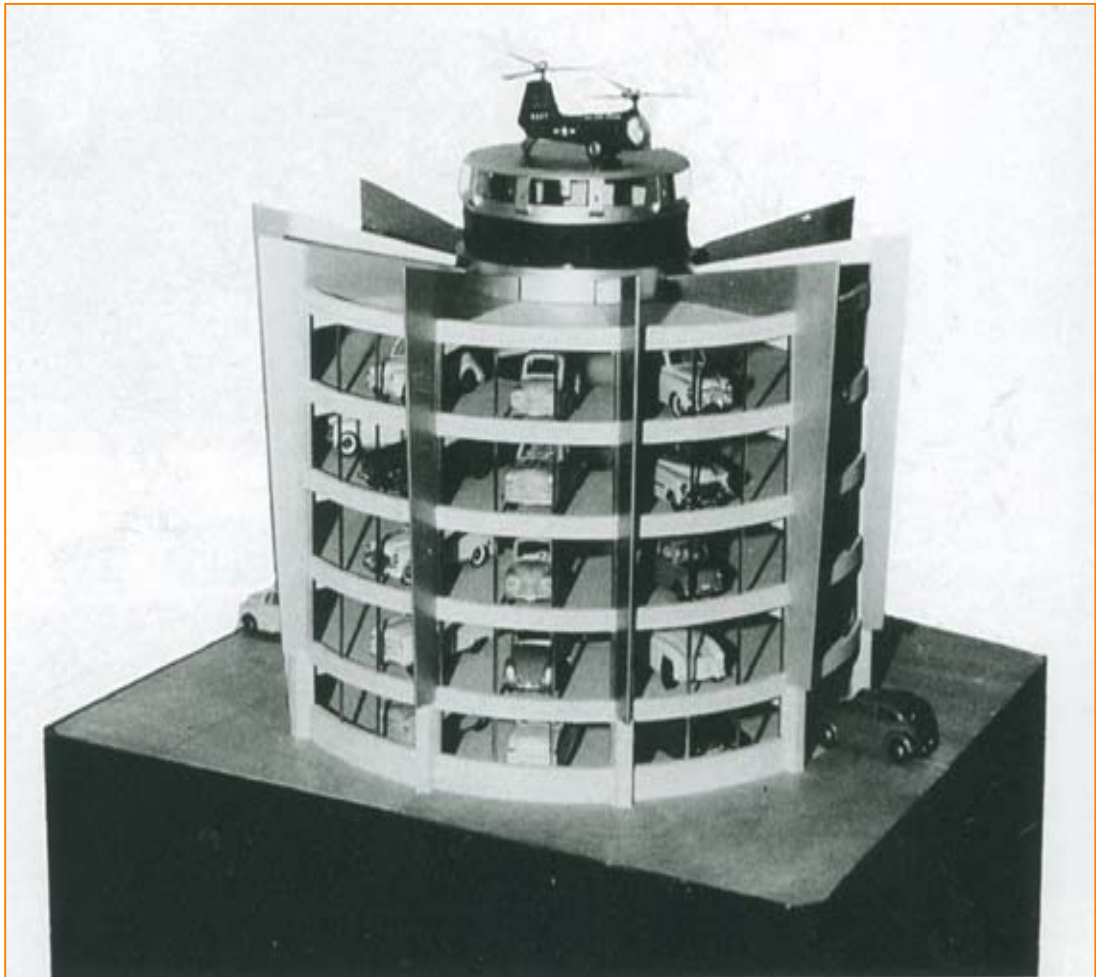


Fig. 3 Auto silo Garaje radial estacionamiento automático  
Medalla de Oro en la Exposición de Bruselas de 1958  
Arquitecto Casto Fernández Shaw

En los años 50 y 60 se van desarrollando los conceptos básicos y la mejora en los sistemas mecánicos y óleo-dinámicos permiten abordar con notables perfeccionamientos mejorando los tiempos de reparto y recuperación de los vehículos.

En la ciudad Suiza de Basilea se realiza en estacionamiento subterráneo donde se plantean ya todos los conceptos de diseño que podemos ver en la actualidad.

En la imágenes siguientes podemos ver con claridad estos conceptos funcionales y espaciales.

- 1-2 Comprobación de dimensiones y asignación de una celda libre.
- 3-4 Cierre de la verja y centrado automático del vehículo. Elevación hasta la plataforma del montacargas.
- 5 Devolución del vehículo.

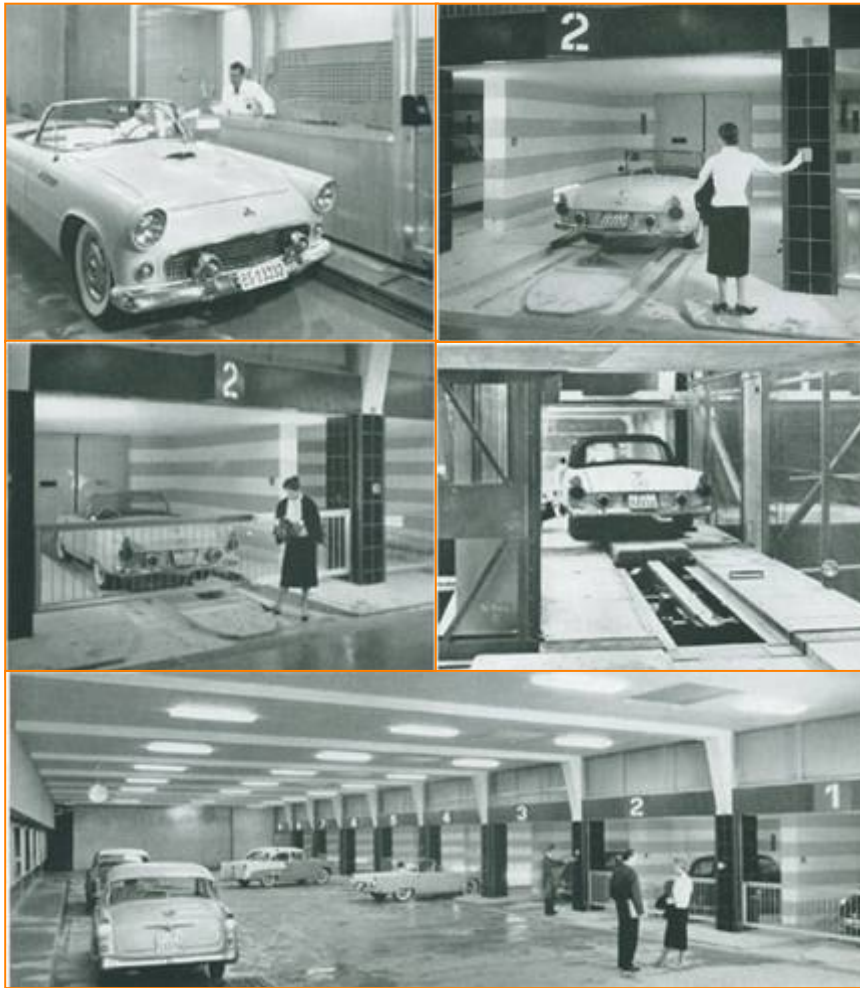


Fig. 4 Estación de aparcamiento Steinentorstrasse Basilea Suiza 1954/56

Los años 50 ven surgir grandes unidades modulares de aparcamiento robotizado en edificios especializados. Este tipo de aparcamiento se desarrollará ampliamente en las décadas siguientes en Estados Unidos y Europa.

Se trata de sistemas con grandes volúmenes de almacenamiento e importantes requerimientos de espacio, orientados hacia el uso público del aparcamiento en zonas comerciales de alta densidad de ocupación.

En los años sesenta los sistemas se van desarrollando según diversos conceptos y variantes siempre en torno a la idea del edificio especializado en aparcamiento.

A menudo la robotización se anuncia como sinónimo de innovación, velocidad y modernidad.



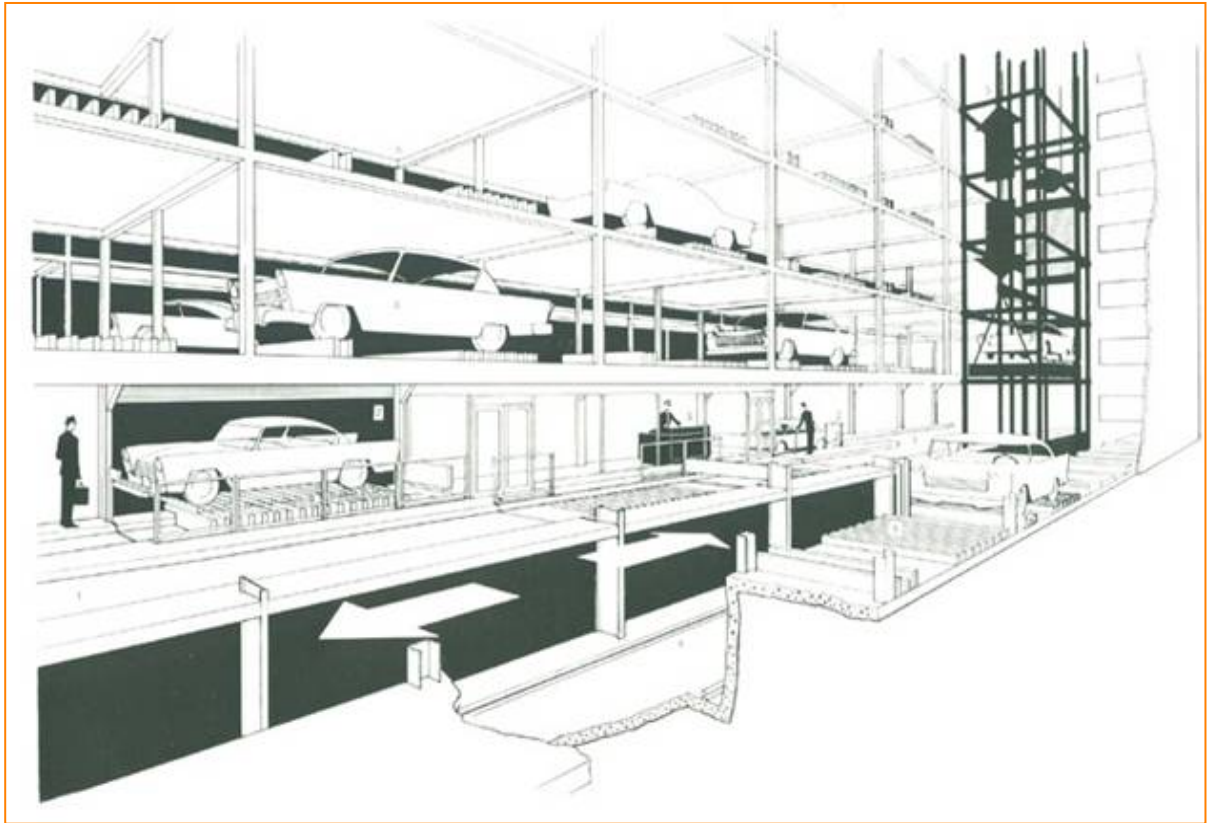


Fig. 5 Perspectiva seccionada de la estación Speed-park de Nueva York 1961

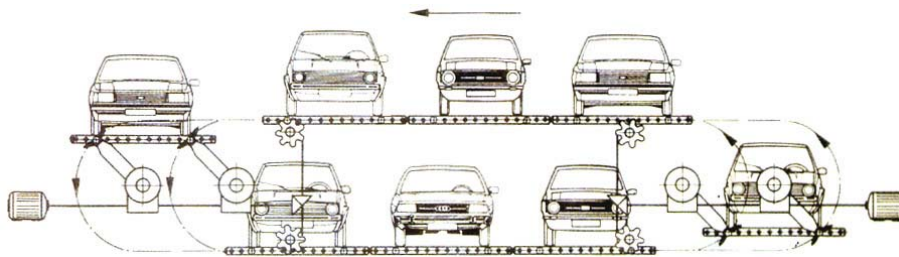


Fig. 6 Sistema de apilamiento por Noria horizontal

En los años 80 el desarrollo iniciado en los 70 culmina en las **primeras familias de sistemas** con variantes geométricas y un grado avanzado de flexibilidad y adaptabilidad.

**Por primera vez hay variantes y familias que resuelven implantaciones a medida.**

Se trata de un avance conceptual muy considerable que apunta a las tendencias más avanzadas que se desarrollaran en la última década del siglo XX.

Las combinaciones son muy variadas jugando con geometrías tanto en vertical como en horizontal.



Fig. 7 Garaje vertical Denver, Colorado



Fig. 8 Planta de garaje circular

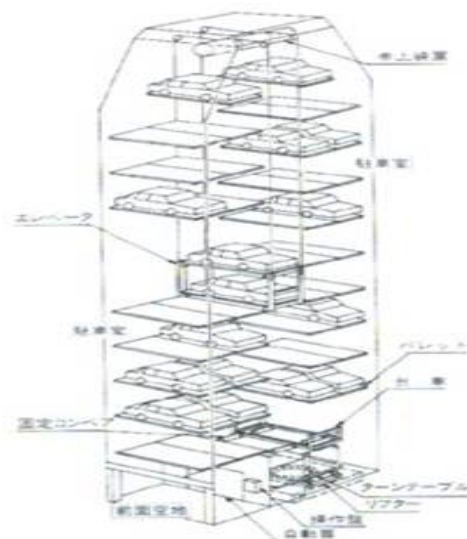


Fig. 9 Noria con dársenas dobles

Los años 70 son testigos de una verdadera explosión tecnológica de patentes de sistemas de aparcamiento robotizado.

Se desarrollan ingeniosas variantes de los sistemas tradicionales y nuevos modelos con distintas geometrías y principios mecánicos.

Se empieza a vislumbrar una nueva filosofía de implantación de sistemas de aparcamiento robotizado fundamentada en la diversidad de soluciones y la imaginación en la aplicación.

La mecánica tradicional se complementa con sistemas electrónicos de gestión. Los últimos quince años han visto la incorporación plena de la informática y la electrónica a la gestión totalmente automática de los sistemas.

La incorporación de la tecnología de comunicaciones por Internet para el chequeo en tiempo real de los parámetros de funcionamiento de los sistemas de aparcamiento robotizado, el diagnóstico precoz y preventivo de problemas funcionales y la corrección a distancia. Los más modernos sistemas de aparcamiento robotizado son **completamente autónomos, fáciles y cómodos para el usuario, seguros y fiables para el operador**. Conceptualmente corresponden a la combinación de familias de componentes básicos y sistemas con diferentes principios de desplazamiento y almacenamiento, que **permiten resolver "a medida" un número ilimitado de variantes**.

### 3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Un aparcamiento robotizado es un sistema mecánico de almacenamiento de vehículos gestionado por un dispositivo informatizado de control. El usuario deposita su vehículo en un punto de recepción / entrega y se va. El sistema resuelve automáticamente el aparcamiento y posteriormente la entrega del vehículo sin intervención del usuario.

La implantación de un sistema de aparcamiento robotizado debe resolver varios niveles de requerimientos:

1. - Del espacio disponible. 2.- Del uso al que está destinado. Vivienda , comercial, oficinas o público. 3.- Del usuario. Factores de calidad y facilidad de uso. 4.- De la normativa: técnica, urbanística y de seguridad. 5.- De coste.

para resolver cada implantación con el equilibrio óptimo de todos sus requerimientos necesitamos un amplio repertorio de herramientas y soluciones estándar que podamos combinar a la medida de nuestras necesidades



Fig. 10 Budapest 404 plazas



Fig. 11 Madrid C/ Huertas 54 plazas

De los sistemas posibles en la actualidad juzgamos como de gran solvencia técnica y eficiente sistema de gestión empresarial, el desarrollado por la empresa IPS (integral park systems). Con amplia experiencia en el mercado internacional, líder en el mercado alemán, siendo por tanto su innovación constante todo un aval, para poder servir como referente al profundizar en los planteamientos de esta ponencia.

## **Componentes Básicos del sistema**

### ***3.1-Cabina de recepción y entrega de vehículos.***

Es el único elemento visible y accesible para el usuario del sistema. En el se realiza la entrega y recepción de vehículos y se ubican los sensores que comprueban las dimensiones del vehículo y su correcta colocación. El acceso se realiza por medio de cualquier método de identificación personal, tarjetas chip, magnéticas, etc.

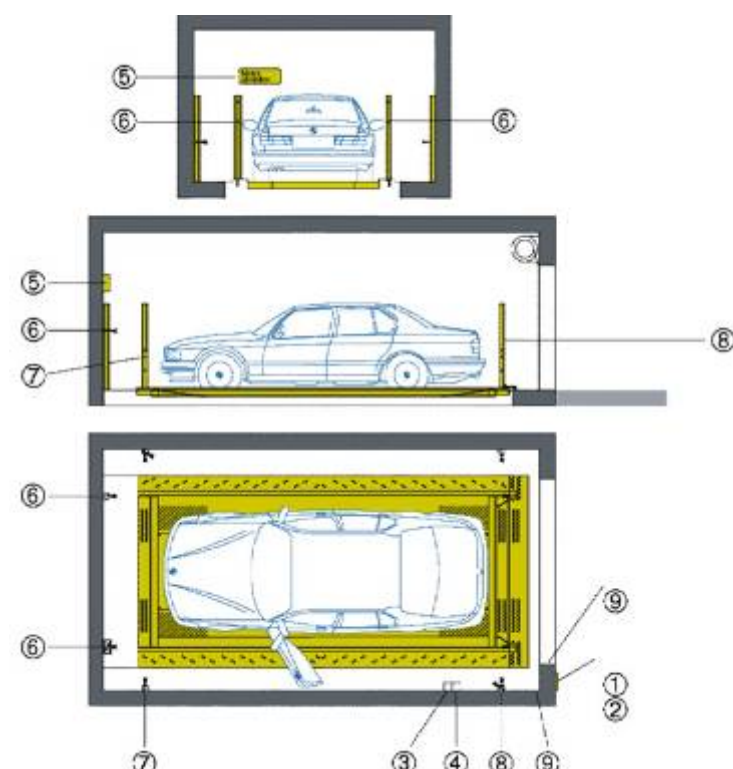


Fig.12 cabina de acceso

- 1- Panel de control operado mediante tarjeta o cualquier otro dispositivo personal
- 2- Receptor de control remoto
- 3- Parada de emergencia
- 4- Mando de apertura de puerta
- 5- Pantalla de textos
- 6- Sensores para registro de ancho del vehículo
- 7- Sensores para registro de largo del vehículo
- 8- Sensores para registro de alturas de carrocerías
- 9- Sensor control de puertas

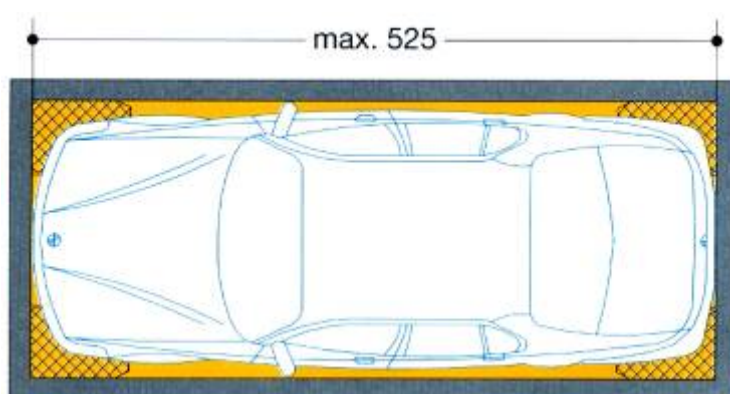




Fig. 13 Imagen vehículo situado en cabina de acceso

### 3.2-Bandeja de traslado de vehículos

Es el elemento donde se deposita el vehículo y permite al sistema desplazarlo y depositarlo en las estanterías de almacenamiento. El vehículo permanece sobre ella durante toda su permanencia en el aparcamiento.



Peso máximo: 2500 kg. - Peso máximo por rueda: 650 kg.

\* Altura variable entre 1,60 m y 2,00.

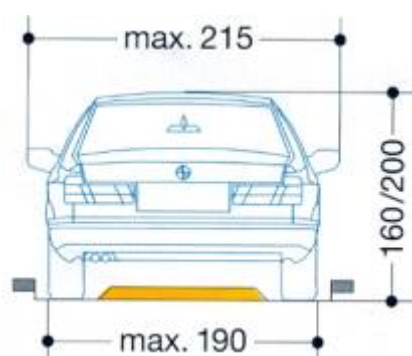


Fig. 14 Medidas de ocupación Espacial



Fig. 15 Vehículos situados en compartimentos de almacenamiento

### 3.3-Ascensores

Transportan los vehículos hasta la zona de distribución donde son llevados por el robot, hasta las estanterías de almacenamiento.

Los ascensores y el robot funcionan de forma independiente lo que permite optimizar los tiempos de respuesta al realizarse simultáneamente tareas de ascenso - descenso y distribución. En ocasiones el robot puede realizar las tareas de elevación vertical



Fig. 16 Vista de hueco de ascensor

### **3.4-Robot**

Es la maquina encargada de transportar los vehículos hasta las estanterías de almacenamiento y viceversa, Su movimiento esta controlado por el ordenador central del sistema, este a su vez puede estar conectado a una unidad central de control, que alerta sobre posibles fallos en el sistema, y permite la solución a distancia, vía módem.



Fig. 17 Robot en etapa de traslado de vehículo

### **3.5-Estructuras de almacenamiento**

Son estructuras metálicas de acero, funcionan como un esqueleto para soportar el espacio de almacenamiento de los vehículos y el sistema transportador. Están concebidas de forma modular y desmontable lo que permite su instalación con la obra civil completamente terminada, a través del hueco de la cabina de acceso.

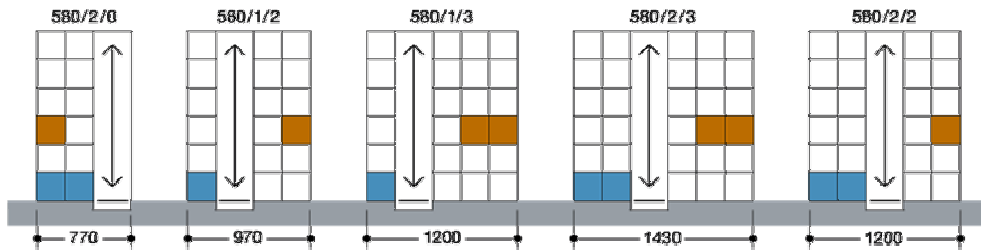


Fig.18 Vista de estructura de almacenamiento

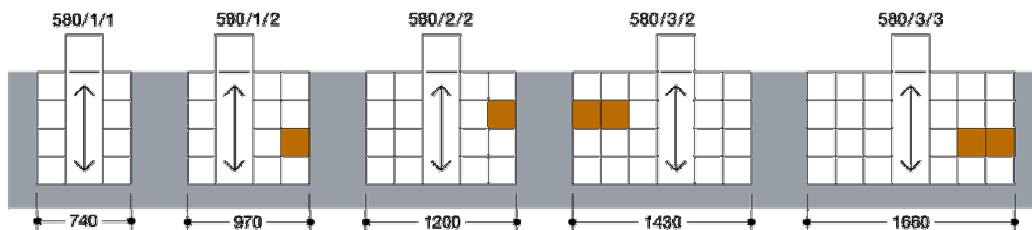
Las variantes sobre rasante, en torre, o mixta, torre y bajo rasante, dan lugar a tres tipos de topologías que acompañamos en esquema.



### Torre



### Bajo rasante



### Torre – Bajo rasante

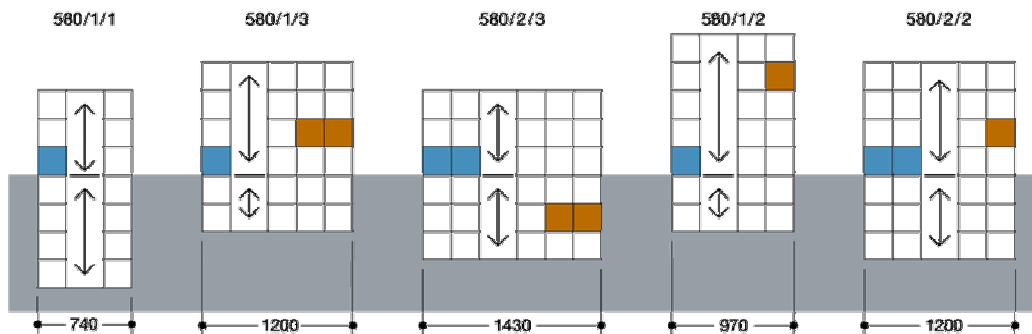


Fig. 18 Secciones tipo y en planta, de una organización espacial típica, del modelo en torre

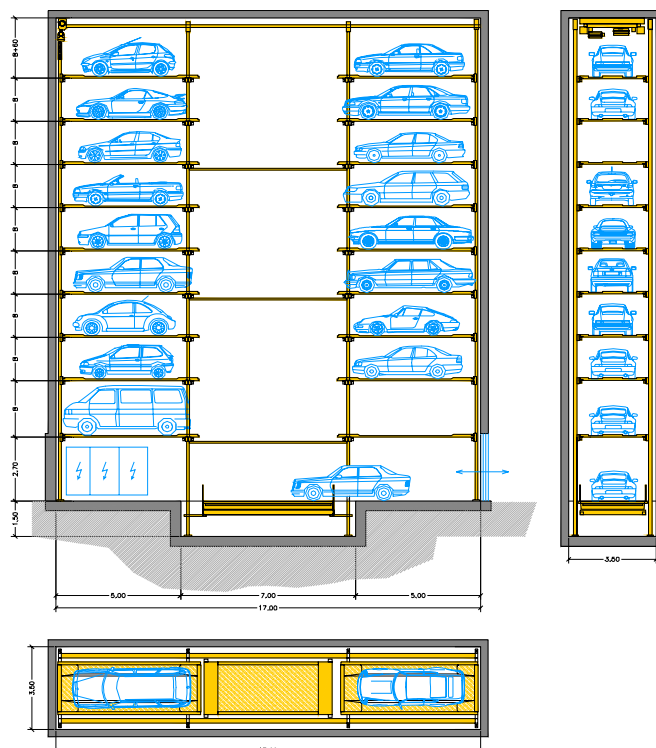


Fig. 19 Sistema en torre



Como podemos ver las ventajas del sistema son muchas y las podríamos resumir en el siguiente listado.

- 1) Aprovechamiento máximo en la capacidad del volumen destinado en el proyecto al aparcamiento, alcanzado en muchas ocasiones hasta triplicar la capacidad inicial respecto de un aparcamiento convencional
- 2) Mejora en los costos globales de obra civil y equipamiento de instalaciones, consiguiendo en algunos casos reducciones hasta de un 25%, se puede hablar de una media del 17%
- 3) Seguridad frente a procesos de golpes, robos, y vandalismos.
- 4) Reducción en los tiempos empleados en aparcar y desapartar

Acompañamos para ilustrar el tema algunas imágenes de la obra civil que este tipo de instalaciones implican

Galería de imágenes de obras



Fig. 20 Realización de pilotaje perimetral



Fig. 21 Estructura de acodalamientos

#### 4.- APLICACIONES EN LA MEJORA DE LA MOVILIDAD URBANA

La segunda aplicación que señalábamos al principio de esta ponencia es la de repartir en aparcamientos de capacidad más reducida, pero siendo mayor el número de ellos, son ya varios los municipios que han ido aplicando políticas urbanísticas, en esta dirección destacando el caso de las ciudades de Palma de Mallorca y Pamplona, en sus cascos históricos.

Las tecnologías semiautomáticas de aparcamiento permiten dar soluciones globales de aparcamiento para residentes a las áreas de expansión de nuestras ciudades y a ciudades "dormitorio" consolidadas con sistemas compactos de reducido volumen y gran capacidad con gran versatilidad de implantación y economía de medios.

En estas actuaciones se combinan los sistemas robotizados totalmente con los de tipo semi -automático, que simplifican la parte mecánica del sistema, logrando aprovechamientos de huecos en especial en términos de altura. Los estudios realizados con diferentes variables de transporte urbano y análisis complejos de los puntos de transferencia en corta, media y larga distancia, demuestran de forma categórica, las mejoras de movilidad que se producen, en la configuración de los desplazamientos en la ciudad.



Fig. 22 Pamplona, en azul las zonas previstas de estacionamientos robotizados.

## 5.- RESUMEN DE ASPECTOS NORMATIVOS QUE AFECTAN A LOS APARCAMIENTOS ROBOTIZADOS O MECÁNICOS

### 5.1 Aspectos que afectan a las condiciones jurídicas de los aparcamientos mecánicos.

Dicho régimen jurídico está sancionado en el informe del Colegio de Registradores de la Propiedad, Mercantiles y de Bienes Muebles de España. El garaje mecánico es un bien inmueble al hallarse situado siempre en un edificio o construcción adherido al suelo, ya ocupe la totalidad del espacio o una parte del mismo ( Art. 334.1º Código Civil)

### 5.2 Aspectos que afectan a las condiciones de implantación de los aparcamientos mecánicos.

Las ordenanzas municipales de las principales ciudades españolas empiezan a recoger Aspectos específicos sobre la implantación de aparcamientos mecánicos. En general, y en función del número de plazas, las condiciones no difieren mucho de las de los aparcamientos convencionales

#### 5.2.1. Condiciones de los accesos.

#### 5.2.2. Condiciones relativas al número de plazas.

#### 5.2.3. Condiciones relativas a la capacidad del viario

### 5.3. Aspectos que afectan al régimen de obras admisible para la implantación de los aparcamientos mecánicos.

#### 5.3.1. Régimen de obras admisibles en espacios libres.

- De titularidad pública
- De titularidad privada
- Sobre rasante
- Bajo rasante

### 5.3.2. Régimen de obras admisibles en edificación.

- En edificios protegidos, según los grados de protección.
- En edificios sin protección
- Sobre rasante
- Bajo rasante

## 6.- Aspectos que afectan a las condiciones de protección contra incendios de los aparcamientos mecánicos.

El recientemente aprobado Código Técnico de la Edificación contempla en el Documento Básico SI de Seguridad en caso de Incendio prescripciones específicas para aparcamientos robotizados y considera que los sistemas semiautomáticos no requieren un tratamiento normativo distinto a los aparcamientos convencionales. Se trata de normativa de rango superior que abre la vía al desarrollo de ordenanzas municipales y reglamentos autonómicos específicos.

Los aspectos básicos definidos por la normativa son:

6.4.1. Definición de uso de Aparcamiento Robotizado. DB SI-A

6.4.2. Compartimentación en sectores de incendio. DB SI-1. Tabla 1.1

6.4.3. Evacuación. DB SI-3 Tabla 2.1

6.4.4. Dotación de Instalaciones de Protección contra Incendios

6.4.5. Acceso para bomberos. DB SI-5.2

6.4.6. Resistencia al fuego de la estructura. DB SI-6.3 Tabla 3.1

## 7.-CONCLUSIONES FINALES

Consideramos que el sistema alternativo, de aparcamientos robotizados es sumamente recomendable, en todos los casos de desarrollos inmobiliarios, donde las dificultades de espacio, hacen inviable, o poco rentable y funcional, un garaje de tipo convencional. Y como actuación urbanística cuando se aconseje una distribución, distinta de la clásica, en la densidad de aparcamientos de rotación.

### AGRADECIMIENTOS

Queremos señalar que gran parte de la información y datos documentales, que han servido para la elaboración de esta ponencia, proceden de la empresa, **INTEGRAL PARK SYSTEMS**, desde aquí les damos las gracias por su cortesía y amabilidad.

De igual forma agradecemos al **grupo inmobiliario BALUARTE** su ayuda y colaboración, en relación a su obra de la calle O'Donnell nº 17 de Madrid, donde se va a proceder a instalar un aparcamiento robotizado por la empresa INTEGRAL PARK SYSTEMS.